

УДК 630*5

DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-77-87

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСТРОВЕ БОЛЬШОМ СОЛОВЕЦКОМ

А.Н. Соболев¹, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.; Researcher ID [AAS-3366-2020](https://orcid.org/0000-0002-7961-8318).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7961-8318>

П.А. Феклистов², д-р с.-х. наук, проф.; Researcher ID: [AAC-2377-2020](https://orcid.org/0000-0001-8226-893X).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8226-893X>

¹Соловецкий музей-заповедник, пос. Соловецкий, Приморский р-н, Архангельская обл., 163000; e-mail: alex-sobol@mail.ru

²Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН, наб. Северной Двины, д. 23, г. Архангельск, Россия, 163000; e-mail: pfeklistov@yandex.ru

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 04.04.20 / Принята к печати 25.06.20

Аннотация. Исследования выполнены на Большом Соловецком острове в Белом море. Цель – выявление особенностей сосняков в наиболее распространенных условиях местопроизрастания на Большом Соловецком острове. Заложены 34 пробные площади в преобладающих типах сосновых лесов: брусничных, черничных и сфагновых. На каждой пробной площади подобраны и обмеряны учетные деревья, взяты керны (у 64 деревьев на каждой пробной площади) для определения возраста. Показано, что древостои отличаются низким бонитетом и, соответственно, низкими запасами древесины. Класс бонитета в сосняках брусничных и сфагновых – Va, в черничных – V. Запас древесины в брусничных сосняках составляет 92 м³/га, в черничных – 90 м³/га, в сфагновых – 53 м³/га при достаточно близком среднем возрасте – 109–114 лет. Средние диаметры в древостоях относительно высокие, а средние высоты, наоборот, низкие. Диаметр в сосняках брусничном и черничном – соответственно 21 и 22 см, а высоты – 12 и 14 м. Древостои преимущественно разновозрастные: одновозрастный сосняк отмечен лишь на одной пробной площади, это 3 % от общего количества, 21 % древостоев – условно разновозрастные, а все остальные – разновозрастные. Наиболее типичны абсолютная и цикличная разновозрастность. В черничных и сфагновых лесах значительна доля условно разновозрастных сосняков. Деревья в лесах всех типов имеют очень низкую относительную высоту. В среднем она равна для сосняков брусничных 63 см/см, для черничных – 61 см/см, для сфагновых – 55 см/см (т. е. на каждый сантиметр диаметра дерева увеличиваются в высоту на 55...63 см в зависимости от типа леса) и меньше относительной высоты материковых сосняков на 36–45 %. Это свидетельствует о том, что деревья на Большом Соловецком острове сильносбежистые. Установлена отрицательная корреляционная связь относительной высоты с возрастом.

Для цитирования: Соболев А.Н., Феклистов П.А. Особенности строения сосновых древостоев на острове Большом Соловецком // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 1. С. 77–87. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-77-87

Финансирование: Исследования выполнены в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН (№ ГР 122011400384-2).

Ключевые слова: сосняки, типы леса, возрастная структура, относительная высота, средний диаметр, средняя высота, островные популяции.

FEATURES OF THE STRUCTURE OF PINE STANDS ON BOLSHOY SOLOVETSKY ISLAND

*Aleksandr N. Sobolev*¹, Candidate of Agriculture, Senior Researcher Scientist;

ResearcherID: [AAS-3366-2020](https://orcid.org/0000-0002-7961-8318), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7961-8318>

*Pavel A. Feklistov*², Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAC-2377-2020](https://orcid.org/0000-0001-8226-893X),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8226-893X>

¹Solovetsky Museum-Reserve, pos. Solovetsky, Primorskiy District, Arkhangelsk Region, 163000, Russian Federation; e-mail: alex-sobol@mail.ru

²N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 23, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: pfeklistov@yandex.ru

Original article / Received on April 4, 2020 / Accepted on June 25, 2020

Abstract. The studies were carried out on Bolshoy Solovetsky Island in the White Sea. The research purpose is to identify the features of pine forests in the most frequent growing conditions on the island. For this purpose, 34 sampling areas were laid out in the prevailing types (cowberry, blueberry, and sphagnum) of pine forests. In each sampling area reference trees were selected and measured, and core samples were taken from 64 trees for age determination. The paper shows that the stands are characterised by low quality class and therefore low timber stocks. The quality class in cowberry and sphagnum pine forests is Va; and in blueberry pine forests it is V. Timber stock in cowberry, blueberry and sphagnum pine forests is 92, 90 and 53 m³/ha, respectively, with a fairly close average age of 109–114 yrs. The average diameters in the stands are relatively high, while the average heights, on the other hand, are low. The diameter in cowberry and blueberry pine forests is 21 and 22 cm, respectively, and the height is 12 and 14 m, respectively. Forest stands are mostly uneven-aged. An even-aged pine forest was found in only one sampling area, which is 3 % of the total amount; 21 % of stands are relatively uneven-aged, and all the rest are uneven-aged. Absolute age difference and cyclical age difference are the most typical. There is a significant share of relatively uneven-aged pine stands in blueberry and sphagnum forests. Trees in all forest types have a very low relative height. On average, it is equal to 63 cm/cm for cowberry pine forests, 61 cm/cm for blueberry pine forests, and 55 cm/cm for sphagnum pine forests, i.e. for every centimeter of diameter, trees grow in height by 55–63 cm depending on the forest type, and 36–45 % lower than the relative height in mainland pine forests. This indicates that the trees on Bolshoy Solovetsky Island are highly tapering. A negative correlation between relative height and age has been found.

For citation: Sobolev A.N., Feklistov P.A. Features of the Structure of Pine Stands on Bolshoy Solovetsky Island. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2022, no. 1, pp. 77–87. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-1-77-87

Funding: The studies were carried out within the framework of the state assignment of the N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research UrB RAS (No. ГП 122011400384-2).

Keywords: pine forests, forest types, age structure, relative height, average diameter, average height.

Введение

Остров Большой Соловецкий – крупнейший остров Белого моря. Его максимальная протяженность с севера на юг составляет 24 км, с запада на восток – 16 км.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license • The authors declare that there is no conflict of interest

Ближайшее расстояние до материка – 23 км, поэтому сосняки на Соловках в определенной степени являются изолированными популяциями. Они занимают более трети покрытой лесом площади архипелага. Островное положение, суровые условия в центре Белого моря и существенная ветровая нагрузка не могли не сказаться на древостоях этого региона.

Все леса подвергались антропогенному воздействию. В XV в. на острове был основан Соловецкий монастырь, а в XX в. появились Соловецкий лагерь особого назначения и поселок. На их территории проводились активные работы, велась заготовка древесины, но сплошные рубки применялись в крайне ограниченном объеме. Такая деятельность человека повлияла на биологическое разнообразие и строение лесов [29].

На сегодняшний день Соловецкие острова являются объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО, леса отнесены к защитным, имеющим научное и историческое значение, т. е. признана их высокая важность и ценность. Сведения о лесах Соловецкого архипелага есть в литературе [9, 10, 25 и др]. Однако все вопросы, касающиеся особенностей сосновых древостоев этой местности и природопользования, далеко не исчерпаны [30].

Цель исследований – выявление особенностей сосняков в наиболее распространенных типах леса на Большом Соловецком острове.

Объекты и методы исследования

На территории архипелага в наиболее распространенных типах сосновых лесов – брусничных, черничных и сфагновых, – занимающих 82 % территории сосняков, заложены 34 пробные площади. Все они располагаются в координатах 64°58'–65°06' с. ш.; 35°46'–36°01' в. д. Древостой сосняков лишайниковых и сфагновых чистые по составу, а в брусничных и черничных есть небольшая примесь березы и осины.

Пробные площади закладывались в соответствии с общепринятыми методиками и рекомендациями [1, 3, 6, 8, 19, 22, 23 и др.]. Выполнялся комплекс работ по лесоводственному, таксационному и геоботаническому описанию. Для исследования возрастной структуры древостоя у учетных деревьев в различных типах леса (по 64 дерева на пробной площади) с помощью приростного бурава Haglof у шейки корня отбирали керны по случайно взятому радиусу с учетом методических рекомендаций [2, 14, 15, 26].

Подсчет годичных колец для определения возраста модельных деревьев проводили при помощи микроскопа МБС-10. Расчеты таксационных характеристик – в соответствии с рекомендациями И.И. Гусева [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Леса Соловецкого архипелага слагаются 4 породами: елью, сосной, березой и осинкой. На их долю соответственно приходится 7980,4; 6525,9; 3542,1 и 954,3 га, а общая площадь лесов – 19 004,5 га [25]. Преобладающими типами сосняков на Соловецких островах являются сосняки брусничные, черничные и сфагновые (рис. 1): соответственно 25, 32 и 19 % покрытой лесом территории. Именно в сосняках этих типов закладывали пробные площади. Таким образом, исследованиями охвачена значительная часть сосновых лесов.

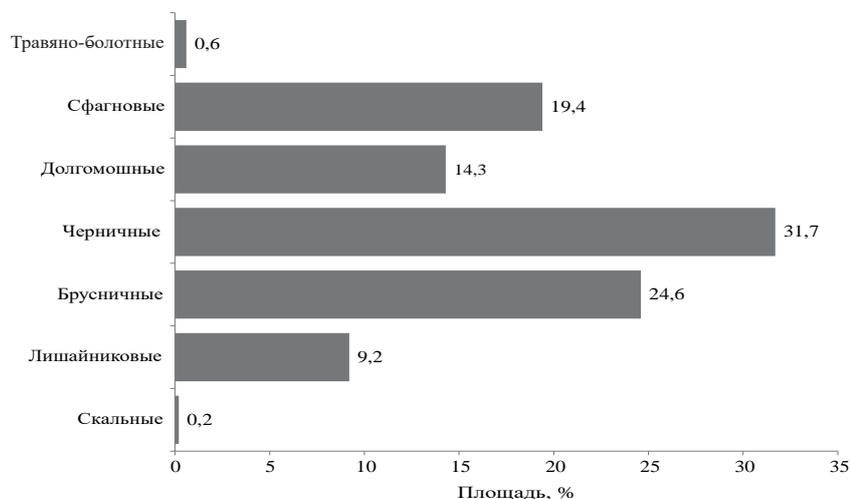


Рис. 1. Распределение площади сосняков по типам леса

Fig. 1. Area distribution of pine forests by forest types

Сосняки характеризуются относительно высоким средним диаметром древостоев. Самый большой диаметр у сосняков черничных – 22,4 см, далее по убыванию у сосняков брусничных – 20,5 см и у сосняков сфагновых – 16,0 см (табл. 1, 2). Полностью привести результаты статистической обработки данных, полученных на 34 пробных площадях, не представляется возможным, поэтому приведем их в усеченном виде по типам леса с указанием пределов колебания статистического показателя. Как видно из табл. 2, все средние показатели по пробным площадям получены с достаточно высокой точностью и достоверны при уровне значимости 0,05.

Таблица 1

Характеристика сосняков по типам леса

Тип леса	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота		Средний возраст, лет	Бонитет (средневзвешенный)	Относительная высота, см/см	Пробные площади, шт.
			абсолютная, м ² /га	относительная				
Сосняк брусничный	20,5	11,7	15,1	0,59	123	Va	62,5	11
Сосняк черничный	22,4	14,0	12,9	0,48	109	V	61,5	11
Сосняк сфагновый	16,0	8,2	11,6	0,56	114	Va	54,7	12

Обращает на себя внимание низкая средняя высота древостоев (см. табл. 1, 2). Она, как и диаметр, определена с достаточно высокой точностью и достоверна. Если сосняки черничные и брусничные по высоте различаются не сильно, то высота в черничном типе леса почти в 2 раза больше по сравнению с высотой в сосняке сфагновом.

Таблица 2

**Статистические показатели диаметров и высот
по типам леса ($t = 2,0$ для уровня значимости 0,05)**

Статистический показатель	Диаметр, см			Высота, м		
	Сосняк бруснич-ный	Сосняк чернич-ный	Сосняк сфагновый	Сосняк бруснич-ный	Сосняк чернич-ный	Сосняк сфагновый
M, см/см	<u>20,5</u> 13,6–28,4	<u>22,4</u> 16,5–29,4	<u>16,0</u> 11,7–19,9	<u>11,7</u> 9,2–13,4	<u>14,0</u> 10,8–17,5	<u>8,2</u> 5,6–11,4
m, см/см	<u>1,1</u> 0,4–1,7	<u>1,4</u> 1,0–1,8	<u>0,8</u> 0,5–1,0	<u>0,3</u> 0,2–0,5	<u>0,5</u> 0,4–0,8	<u>0,2</u> 0,2–0,3
σ , см/см	<u>9,1</u> 3,5–13,8	<u>10,9</u> 9,0–15,0	<u>6,6</u> 3,9–8,3	<u>2,5</u> 1,7–3,8	<u>3,4</u> 2,9–6,0	<u>1,9</u> 1,5–2,7
V, %	<u>44,8</u> 25,5–61,4	<u>49,3</u> 34,8–58,8	<u>41,0</u> 30,8–47,9	<u>22,4</u> 14,3–32,6	<u>25,8</u> 19,1–29,8	<u>24,9</u> 16,4–32,1
P, %	<u>5,6</u> 3,2–7,7	<u>6,6</u> 4,3–8,2	<u>5,1</u> 3,8–6,0	<u>2,6</u> 1,7–3,7	<u>3,3</u> 2,2–4,7	<u>3,0</u> 2,0–4,0
t	<u>19,1</u> 13,0–28,5	<u>31,4</u> 13,8–23,0	<u>19,8</u> 17,0–26,0	<u>37,6</u> 26,4–56,0	<u>25,2</u> 12,9–41,9	<u>33,0</u> 24,9–48,7

Примечание: В числителе – среднее значение, в знаменателе – min и max; M – среднее значение; m – ошибка среднего значения; σ – среднеквадратическое отклонение; V – коэффициент вариации; P – точность; t – достоверность (критерий Стьюдента).

Полнота в лесах всех типов схожа – 0,5–0,6. Возраст всех сосняков – от 109 до 123 лет. Достаточно высокий возраст и небольшая высота говорят о низкой продуктивности. Класс бонитета изменяется на разных пробных площадях: в брусничном и сфагновом типах леса – от V к Va, в черничном – от IV к Va. Средневзвешенный бонитет в сосняках брусничных и сфагновых – Va, в черничных – V. Низкую продуктивность отражает и запас древесины по типам леса. Он определен через сумму площадей сечений, высоту и видовые числа. Последние брали из работы [24] для чистых сосновых древостоев. Запас в брусничных сосняках составляет 92 м³/га, в черничных – 90 м³/га, в сфагновых – 53 м³/га.

Для леса важное значение имеет возрастная структура древостоев. На каждой пробной площади с учетом данных о возрасте 64 деревьев была изучена возрастная структура с использованием рекомендаций Г.Е. Комина [11, 12]. В результате выявлено, что только на одной пробной площади, в сосняке брусничном, древостой одновозрастный (табл. 3), во всех остальных случаях древостои разновозрастные в различных вариациях. В сосняках черничных и сфагновых на 25–27 % пробных площадей произрастает разновозрастный древостой, в сосняках брусничных – на 9 %. Абсолютное большинство древостоев во всех типах леса разновозрастные, причем преобладают циклично и абсолютно разновозрастные и очень мало ступенчато разновозрастных (по классификации [11, 12]). Средний максимальный и минимальный возрасты в разных типах леса имеют весьма близкие значения: минимальный – 60–66 лет, а максимальный – 173–197 лет.

Таблица 3

Возрастная структура сосняков

Тип леса	Пробные площади, шт., сосняков					Возраст древостоя, лет		
	одно-возрастных	условно разновозрастных	разновозрастных			средний	максимальный	минимальный
			циклично	абсолютно	ступенчато			
Сосняк брусничный	1	1	3	5	1	123	197	66
Сосняк черничный	–	3	5	2	1	109	181	64
Сосняк сфагновый	–	3	7	2	–	114	174	60

Самой распространенной во всех типах сосняков является циклично разновозрастная структура (рис. 2).

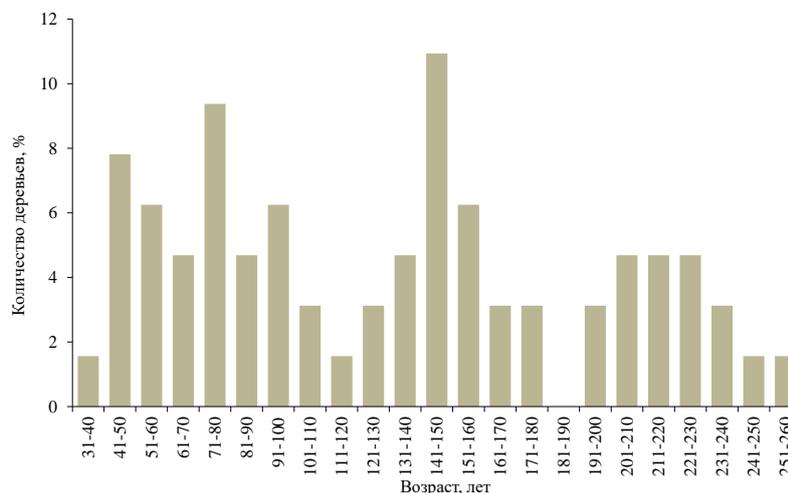


Рис. 2. Циклично разновозрастная структура в сосняке брусничном (пробная площадь № 99)

Fig. 2. Cyclically uneven-aged structure in the cowberry pine forest (sampling area No. 99)

Для каждой пробной площади был определен и средний возраст по типам леса (см. таблицу 1), а также все другие статистические показатели, которые свидетельствуют о высокой (в среднем – 5,1 %) точности полученного среднего возраста и достоверности средних значений (критерий Стьюдента составил в среднем 24,8).

Особого внимания заслуживает оценка относительной высоты $H:D$ (отношения высоты к диаметру) в сосняках Соловков. Данный термин был предложен Я.С. Медведевым в конце XIX в. для характеристики светолюбия древесных пород [14, 17]. Относительная высота характеризует скорость роста в высоту по отношению к скорости роста по диаметру (показывает, на сколько сантиметров увеличивается высота при увеличении диаметра на каждый сантиметр). На от-

носительную высоту, как и на высоту, влияет климат [31]. Отмечено, что относительная высота зависит от степени конкуренции деревьев в древостое. Медведев определил предельные относительные высоты у изолированных и у наиболее угнетенных деревьев [16]. Для сосен первой категории этот показатель оказался равным 24,9, а второй – 126,0.

Понятие относительной высоты широко использовалось во многих отечественных и зарубежных исследованиях [4, 18, 27, 28, 32]. Большая работа по обоснованию $H:D$ в качестве характеристики некоторых биологических особенностей насаждений была проведена К.К. Высоцким [5]. На основе специально выполненных исследований он доказал, что относительная высота – не только показатель связи древесных пород и насаждений с условиями среды, но и показатель развития древостоев, степени напряженности роста и плотности заселения территории.

Относительная высота может рассматриваться как важный классификационный признак деревьев и древостоев и как критерий устойчивости дерева к снеговым и ветровым нагрузкам. Она является дополнительным показателем формы ствола наряду с традиционными коэффициентами формы. Чем больше значение, тем полндревеснее ствол [13].

Относительные высоты в сосняках брусничных и черничных довольно близки и составляют соответственно 62,6 и 60,8 см/см (табл. 4). В сфагновом сосняке относительная высота меньше, чем в черничном, на 6 см/см. Сравнение относительной высоты соловецких лесов с относительной высотой древостоев тех же типов леса на материке в Архангельской области свидетельствует об их существенном отличии. В материковых древостоях относительная высота выше на 36–45 %. Низкие значения данного показателя у сосен в островных популяциях говорят о том, что деревья здесь являются сильноосбежистыми. По-видимому, это связано, с одной стороны, с невысокой полнотой древостоев, а с другой, с интенсивной ветровой нагрузкой, обусловленной островным положением.

Таблица 4

Относительная высота сосны в разных типах леса на Соловках и в материковых насаждениях Архангельской области

Тип леса	Относительная высота, см/см		Различие, %
	на Соловках	в Архангельской области [20, 21]	
Сосняк брусничный	62,6	84,9	36
Сосняк черничный	60,8	88,7	44
Сосняк сфагновый	54,7	79,2	45

Результаты расчета статистических показателей по отдельным пробным площадям и типам леса приведены в табл. 5. Точность средних значений в большинстве случаев не превышает 5 %, все показатели достоверны. Относительные высоты не менее 68 % деревьев в лишайниковом и брусничном типах леса находятся в пределах 33,4...106,1 см/см, в сфагновом – 28,3...98,2 см/см, в черничном – 29,1...104,7 см/см.

Таблица 5

**Статистические показатели относительной высоты по типам леса
и пробным площадям ($t = 2,0$ для уровня значимости 0,05)**

Статистический показатель	Номер пробной площади (сосняки брусничные)											
	075	080	089	109	110	111	112	113	114	115	116	
М, см/см	54,7	52,8	51,3	89,4	62,0	61,1	50,8	72,0	84,8	49,6	59,5	
m, см/см	1,9	1,8	2,2	2,0	2,0	2,1	1,7	2,8	2,7	2,0	2,0	
σ , см/см	15,1	14,2	17,8	16,3	16,2	17,2	14,0	22,4	21,2	15,9	16,3	
V, %	27,7	26,9	34,8	18,3	26,2	28,1	27,5	31,1	25,0	32,1	27,3	
t	28,9	29,7	22,8	43,8	30,6	28,5	29,1	25,7	32,0	25,0	29,3	
P, %	3,5	3,4	4,4	2,3	3,3	3,5	3,4	3,9	3,1	4,0	3,4	
Статистический показатель	Номер пробной площади (сосняки черничные)											
	001	002	003	004	005	006	117	118	119	120	121	
М, см/см	58,7	86,8	67,1	60,6	43,7	56,4	70,3	52,2	59,6	67,1	53,8	
m, см/см	2,4	2,5	2,6	2,1	2,0	3,1	2,1	1,6	2,3	2,7	1,9	
σ , см/см	17,2	17,8	18,6	14,9	14,6	22,0	17,1	13,2	18,8	21,9	15,0	
V, %	29,2	20,6	27,7	24,5	33,5	39,1	24,3	25,3	31,4	32,7	27,8	
t	14,9	21,8	14,4	16,3	11,9	18,4	33,0	31,7	25,4	24,5	28,8	
P, %	4,1	2,8	3,8	3,4	4,6	5,4	3,0	3,2	3,9	4,1	3,5	
Статистический показатель	Номер пробной площади (сосняки сфагновые)											
	046	090	092	097	099	100	101	102	104	105	106	107
М, см/см	43,3	55,1	48,7	42,8	60,3	77,9	61,0	69,1	56,9	59,3	40,4	41,4
m, см/см	1,8	1,5	2,2	1,4	2,4	2,5	1,9	2,1	1,5	1,9	1,5	1,6
σ , см/см	14,2	12,2	17,9	11,2	19,0	20,2	15,3	17,1	12,4	15,0	12,1	12,9
V, %	32,8	22,1	36,8	26,2	31,5	26,0	25,1	24,7	21,8	25,4	29,9	31,2
t	23,6	36,2	21,8	30,5	25,4	30,8	31,9	32,4	36,8	31,5	26,8	25,7
P, %	4,2	2,8	4,6	3,3	3,9	3,2	3,1	3,1	2,7	3,2	3,7	3,9

Следует отметить наличие обратной корреляционной зависимости относительной высоты от возраста деревьев. Чем выше возраст, тем меньше относительная высота. Коэффициент корреляции для сосняков брусничных – 0,63; для сфагновых – 0,60; для черничных – 0,52.

Выводы

1. Преобладающими типами сосновых лесов на Большом Соловецком острове являются сосняки брусничные, черничные и сфагновые.

2. Древостои отличаются низким бонитетом и, соответственно, низкими запасами древесины. Средние диаметры относительно высокие, а средние высоты, наоборот, низкие.

3. Древостои преимущественно разновозрастные, наиболее типичны абсолютная и цикличная разновозрастность. В черничных и сфагновых типах леса значительна доля условно разновозрастных сосняков.

4. Деревья во всех типах леса имеют очень низкую относительную высоту. Она меньше относительной высоты материковых сосняков на 36–45 %.

Это свидетельствует о том, что деревья островных популяций являются сильносбежистыми.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с. Anuchin N.P. *Forest Inventory*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 552 p.

2. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с. Bitvinskis T.T. *Dendroclimatic Studies*. Leningrad, Gidrometeizdat Publ., 1974. 172 p.

3. Бузова Н.В., Феклистов П.А. Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: АГТУ, 2007. 264 с. Burova N.V., Feklistov P.A. *Anthropogenic Transformation of Suburban Forests*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2007. 264 p.

4. Верхунов П.М. Закономерности строения разновозрастных сосняков. Новосибирск: Наука, 1976. 254 с. Verkhunov P.M. *Regularities of the Structure of Uneven-Aged Pine Forests*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1976. 254 p.

5. Высокый К.К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 177 с. Vysotskiy K.K. *Regularities of the Structure of Mixed Stands*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1962. 177 p.

6. ГОСТ 16128–70. Площади пробные лесоуплотнительные. Метод закладки. М.: Изд-во стандартов, 1971. 23 с. State Standard. *GOST 16128–70. Forest Management Trial Areas. Methods of Laying out*. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1971. 23 p.

7. Гусев И.И. Таксация древостоя. Архангельск: АГТУ, 2000. 72 с. Gusev I.I. *Stand Valuation*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2000. 72 p.

8. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация. Л.: ЛТА, 1988. 61 с. Gusev I.I., Kalinin V.I. *Forest Inventory*. Leningrad, LTA Publ., 1988. 61 p.

9. Ипатов Л.Ф. Кедр на Соловках: (науч.-попул. очерк). Архангельск, 2005. 36 с. Ipatov L.F. *Cedar on the Solovki: (Science Popular Essay)*. Arkhangelsk, 2005. 36 p.

10. Ипатов Л.Ф., Косарев В.П., Проурзин Л.И., Торхов С.В. Соловецкий лес. Архангельск, 2005. 225 с. Ipatov L.F., Kosarev V.P., Prourzin L.I., Torkhov S.V. *Solovetsky Forest*. Arkhangelsk, 2005. 225 p.

11. Комин Г.Е. К вопросу о типах возрастной структуры насаждений // Изв. вузов. Лесн. журн. 1963. № 3. С. 37–42. Komin G.E. To the Issue of the Types of Age Structure of Plantations. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 1963, no. 3, pp. 37–42. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/apxiv/1963/Лесной%20Журнал%20№%203%201963.pdf>

12. Комин Г.Е. Возрастная структура древостоев в лесах России. Сочи: НИИгорлескол, 2003. 219 с. Komin G.E. *Age Structure of Stands in Russian Forests*. Sochi, NIIGorlesekol Publ., 2003. 219 p.

13. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с. Maslakov E.L. *Formation of Pine Young Stands*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 168 p.

14. Матвеев С.М. Дендрохронология. Воронеж: ВГЛТА, 2001. 88 с. Matveyev S.M. *Dendrochronology*. Voronezh, VGLTA Publ., 2001. 88 p.

15. Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. Воронеж: ВГУ, 2003. 272 с. Matveyev S.M. *Dendroindication of the Dynamics of Pine Plantations in the Central Forest Steppe*. Voronezh, VSU Publ., 2003. 272 p.

16. Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 407 с. Melekhov I.S. *Forest Science*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1980. 407 p.
17. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. 455 с. Morozov G.F. *The Doctrine of the Forest*. Moscow, Goslesbumizdat Publ., 1949. 455 p.
18. Нагимов В.З., Артемьева И.Н., Нагимов З.Я. Дифференциация и отпад деревьев в сосняках лишайниковых заповедно-природного парка «Сибирские увалы» // Леса России и хозяйство в них: Сб. науч. тр. / Федер. агентство по образованию, УГЛТУ; АН РФ, Урал. отд-ние, Ботан. сад. 2007. Вып. 1(29). С. 138–146. Nagimov V.Z., Artem'yeva I.N., Nagimov Z.Ya. Differentiation and Drop-off of Trees in Lichen Pine Forests of the Siberian Uvaly Nature Reserve. *Forests of Russia and Management in Them: Collection of Academic Papers*. Yekaterinburg, USFEU, 2007, iss. 1(29), pp. 138–146.
19. ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки: дата введения 1984-01-01. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984. 60 с. *Industrial Standard. OST 56-69–83. Forest Management Trial Areas. Method of Laying out*. Moscow, TsBNTI Gosleskhozа SSSR Publ., 1984. 60 p.
20. Полевой лесотаксационный справочник / под общ. ред. С.В. Третьякова, С.В. Ярославцева, С.В. Коптева. Архангельск: САФУ, 2016. 252 с. *Field Forest Valuation Handbook*. Ed. by S.V. Tret'yakov, S.V. Yaroslavtsev, S.V. Koptev. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2016. 252 p.
21. Полевой справочник таксатора (для таежных лесов Европейского Севера) / сост. И.И. Гусев, В.И. Калинин, О.А. Неволин, Н.М. Нефедов, Н.А. Шишкин. Вологда: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971. 196 с. *Field Handbook of a Cruiser (for Taiga Forests of the European North)*. Content by I.I. Gusev, V.I. Kalinin, O.A. Nevolin, N.M. Nefedov, N.A. Shishkin. Vologda, Severo-Zapadnoye knizhnoye izdatel'stvo, 1971. 196 p.
22. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований / под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. М.: Наука, 1966. 332 с. Sukachev V.N. *Program and Method of Biogeocenological Research*. Ed. by V.N. Sukachev, N.V. Dylis. Moscow, Nauka Publ., 1966. 332 p.
23. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса М.: АН СССР, 1961. 144 с. Sukachev V.N., Zonn S.V. *Methodology Guidelines for the Study of Forest Types*. Moscow, AN SSSR Publ., 1961. 144 p.
24. Третьяков С.В. Динамика формирования и продуктивность смешанных сосновых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Архангельск, 2011. 43 с. Tret'yakov S.V. *Dynamics of Formation and Productivity of Mixed Pine Stands in the Middle Taiga Subzone of the European North of Russia*: Dr. Agric. Sci. Diss. Abs. Arkhangelsk, 2011. 43 p.
25. Феклистов П.А., Соболев А.Н. Лесные насаждения Соловецкого архипелага (структура, состояние, рост). Архангельск: САФУ, 2010. 201 с. Feklistov P.A., Sobolev A.N. *Forest Plantations of the Solovetsky Archipelago (Structure, State, and Growth)*. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2010. 201 p.
26. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. Архангельск: АГТУ, 1997. 140 с. Feklistov P.A., Evdokimov V.N., Barzut V.M. *Biological and Ecological Characteristics of Pine Growth in the Northern Subzone of the European Taiga*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 1997. 140 p.
27. Юкнис Р.А. Некоторые закономерности роста деревьев // Моделирование и контроль производительности древостоев: сб. науч. тр. ЛитСХА. Каунас, 1983. С. 118–120. Yuknis R.A. Some Regularities of Tree Growth. *Modeling and Control of Stand Productivity: Collection of Academic Papers of the LitSKhA*. Kaunas, 1983, pp. 118–120.
28. Erteld W. Groesse und Entwicklung des h/d-Wertes in Kieferbeständen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 1979, Jg. 150, S. 72–75.

29. Kärkkäinen L., Kurttila M., Salminen O., Viiri H. Effects of Energy Wood Harvesting on Timber Production Potential and Biological Diversity in North Karelia, Finland. *Forest Science*, 2014, vol. 60, iss. 6, pp. 1077–1088. DOI: <https://doi.org/10.5849/forsci.13-041>

30. Larsen J.B., Nielsen A.B. Nature-Based Forest Management. Where are We Going? Elaborating Forest Development Types in and with Practice. *Forest Ecology and Management*, 2007, vol. 238, iss. 1-3, pp. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.087>

31. Sharma M., Subedi N., Ter-Mikaelian M., Parton J. Modeling Climatic Effects on Stand Height/Site Index of Plantation-Grown Jack Pine and Black Spruce Trees. *Forest Science*, 2015, vol. 61, iss. 1, pp. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.5849/forsci.13-190>

32. Thomasius H.O., Butter D. Studie zueinigen Relationen zwischen Wuchsfleaeche, Zuwachs und individueller Stabilitaet von Waldbaeumen, dargestellt an der Baumart Fichte. *Beitraege f. d. Forstwirtschaft*, 1984, B. 18, H. 1, S. 25–28.